

**Análise dos parâmetros de dimensionamento adotados em uma estação de tratamento de esgotos da região metropolitana de Belo Horizonte: um estudo de caso**

**Analysis of sizing parameters adopted in a sewage treatment plant in the metropolitan region of Belo Horizonte: a case study**

DOI:10.34117/bjdv5n8-061

Recebimento dos originais: 14/07/2019

Aceitação para publicação: 21/08/2019

**Amaury de Almeida Cruz Junior**

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil  
E-mail: amaurydealmeida@hotmail.com.br

**Edmilson Maciel da Cunha Junior**

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil  
E-mail: edmilsonmacieljunior@gmail.com

**Emanuel Tarcísio da Silva**

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil  
E-mail: link\_emanuel@hotmail.com

**Felipe Daniel Carvalho Silva**

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil  
E-mail: felipecarvalhoingles@gmail.com

**Fernanda Juliana Vieira Nobre**

Engenheira Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil  
E-mail: fernandajulianna@gmail.com

**Nilson Oliveira Gonçalves**

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas  
Instituição: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Endereço: Avenida Afonso Vaz de Melo, 1200 - Barreiro, Belo Horizonte – MG, Brasil  
E-mail: nilsongonsalves1987@yahoo.com.br

**Layla Carolina Silva Ferreira**

Graduanda em Arquitetura pela UniHorizontes

Instituição: UniHorizontes

Endereço: Rua Paracatú, 600 - Barro Preto, Belo Horizonte – MG, Brasil

E-mail: laylacarolina1998@hotmail.com

**Bruno Christiano Silva Ferreira**

Doutor em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais

Instituição: Instituto de Ciências Exatas e Informática (Departamento de Física e Química)

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Endereço: Avenida Dom José Gaspar, 500 -Prédio 34, Bairro Coração Eucarístico/ Belo Horizonte- MG. CEP: 30535-901

E-mail: brunocrhis@yahoo.com.br

## RESUMO

O trabalho apresenta um estudo acerca do dimensionamento hidráulico de um sistema de esgotamento sanitário. Além disso, apresenta um estudo de caso sobre uma estação de tratamento de esgotos (ETE) localizada na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, que foi executado com aplicação de metodologias e parâmetros observados em normas e pela bibliografia pertinente. Este estudo encontra importância na apresentação de dados calculados especificamente para a localidade, que foram analisados comparativamente aos dados adotados no projeto em estudo.

**Palavras chave:** Coeficientes. Dimensionamento Hidráulico. Efluentes Sanitários.

## ABSTRACT

This paper presents a study about the hydraulic sizing of a sewage system. In addition, it presents a case study on a sewage treatment plant, located in the metropolitan region of Belo Horizonte -Minas Gerais, which was carried out with the application of methodologies and parameters observed in standards and by the relevant bibliography. This study meets the importance of data calculated specifically for that locality, which was analyzed compared to the data used in the project under study.

**Keywords:** Coefficients. Hydraulic sizing. Sanitary Effluents.

## 1 INTRODUÇÃO

Existem variadas soluções para destinação dos esgotos. Em locais com maior densidade demográfica e maior urbanização as soluções adotadas são, em geral, soluções coletivas, com redes de coleta e Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's). A disposição final após o tratamento pode ser feita nos corpos d'água receptores ou, menos frequentemente, no solo (SPERLING, 2014).

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar e analisar os parâmetros e normas utilizadas para dimensionamento de uma ETE em funcionamento na Região

Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) no intuito de propor mudanças a fim de ajustar o projeto e assim, evitar sub ou superdimensionamentos.

Para que o objetivo geral seja alcançado, são constituídos como objetivos específicos:

- Analisar dados de projeto considerados, tais como: vazão real e vazão de início e fim de plano, população atendida proposta e população real atendida, consumo “*per capita*” de água no abastecimento e o volume considerado como retorno em esgoto, Coeficientes de majoração e de minoração de vazão.
- Realizar um estudo de caso de uma ETE, analisando projeto e atendimento.

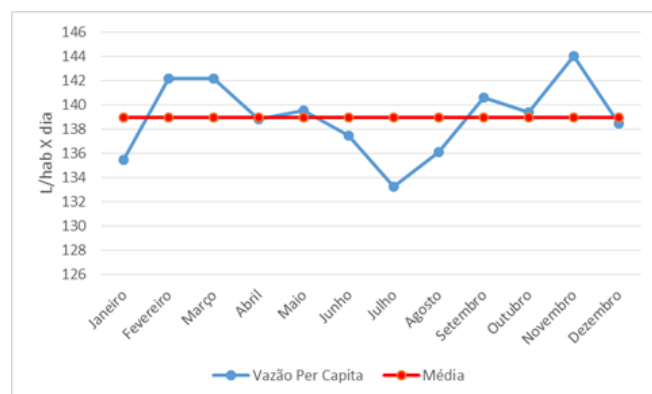
## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 METODOLOGIA

Para a análise dos dados foram utilizados todo tipo de material relativo às pesquisas de caráter documental como estratégia de origem de dados: computadores, documentos em forma eletrônica e papel, material de estudo, e softwares de edição de texto, publicação, análise e tabulação de dados. Os dados e documentação referente à ETE foram obtidos diretamente com sua empresa gestora. A principal forma de acesso aos dados referentes aos parâmetros analisados nas ETE's foi através dos sites oficiais do governo e normas brasileiras. Em alguns casos específicos, devido à falta de informações oficiais ou dados desatualizados, houve também, o acesso à informação através de ligação telefônica/e-mail para funcionários responsáveis das organizações gestoras das ETE's. Além disso, os autores do trabalho realizaram três visitas técnicas ocorridas em Outubro/2017 à ETE Onça, à ETE Ibirité em Novembro de 2017 e à ETE Nova Contagem em Março de 2018.

Com objetivo de conhecer qual o consumo “*per capita*”, obteve-se junto à empresa concessionária um quadro de vazões de água de 2017, ano do final de plano do projeto, obtendo-se a vazão “*per capita*” real.

Figura 1 – Vazões “*per capita*” de 2017

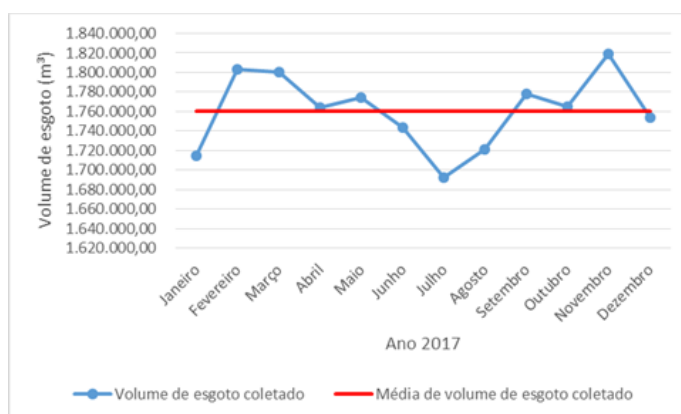


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Conforme demonstrado na figura 1, pode-se considerar que a vazão per capita da cidade é de 138,96 L / hab.d, visto que este é o valor da média das vazões dos meses de 2017.

Foram obtidos também, junto à companhia de saneamento, os volumes de esgotos coletados e tratados da cidade em relação ao ano de 2017. Os resultados estão representados na figura 2, abaixo.

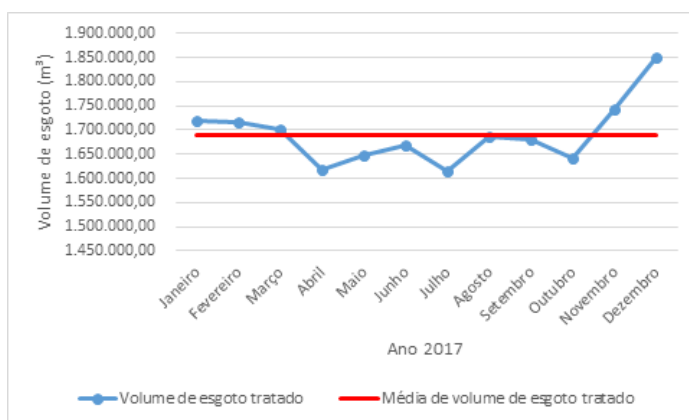
Figura 2 – Volumes de esgotos coletados no ano de 2017



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

A figura 3 representa os volumes de esgotos tratados do ano de 2017. Ressalta-se que os valores representados são relativos ao município em estudo, não apenas a ETE, pois ela trata o esgoto de uma parcela desta cidade, aproximadamente 10% do total.

Figura 3 – Volumes de esgotos tratados do ano de 2017

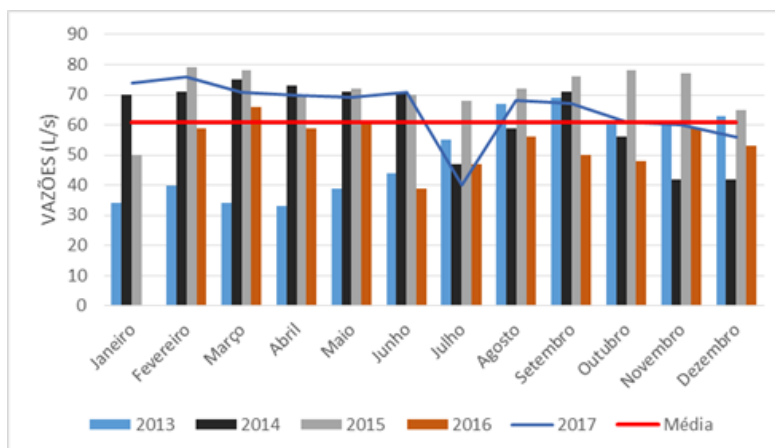


Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

## 2.2 ANÁLISE DOS DADOS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Para dar continuidade ao estudo, foram contemplados os dados específicos da ETE. A figura 5 demonstra a vazão em litros por segundo (L/s) das médias mensais e anuais dos últimos cinco anos em relação ao final de plano do projeto da ETE em estudo.

Figura 4 – Médias mensais de esgoto da ETE em estudo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Conforme os dados apresentados na tabela 5, a média das vazões de chegada na ETE dos últimos cinco anos, é de 61 L/s e no ano de 2017 é de 65 L/s, portanto, não são valores discrepantes. Observa-se que a maior vazão horária de 88 L/s, registrada no dia 4 de abril de 2017 às 19h00min. O dia de maior consumo foi em 18 de maio de 2017, com média de 79 L/s. O horário com menor vazão registrada é de 13 L/s, lida às 03h00min do dia 29 de dezembro de 2017. O dia com a menor vazão média também foi em 29 de dezembro de 2017, com vazão média de 33L/s.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 COMPARAÇÃO ENTRE PROJETO E DADOS REAIS ENCONTRADOS

Os dados obtidos são comparados com os dados de projeto e apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1 – Comparação entre dados reais e de projeto

| Ano                                  | Vazão mínima (L/s) | Vazão Média (L/s) | Vazão Máxima (L/s) |
|--------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <b>Reais - 2017</b>                  | 33                 | 65                | 88                 |
| <b>Projeto - 2017 (Fim de Plano)</b> | 51,65              | 86,13             | 141,29             |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Para fins de cálculo, o índice de atendimento pode ser considerado como 100%. Dessa forma, o coeficiente de retorno pode ser obtido como a razão entre a quantidade de esgoto coletado e o volume de água micromedido, sendo obtido o valor de  $C=0,72$ .

O coeficiente de infiltração, para fins dos cálculos, foi considerado a vazão mínima registrada pela concessionária de 13 L/s como sendo o coeficiente de infiltração.

Os últimos coeficientes necessários são  $K_1$  e  $K_2$ . Para estimar estes dados, pode-se fazer a razão entre a maior média de vazão dos dias e a média de vazões do ano de 2017, obtendo  $K_1$ . Já razão entre a maior média horária e a média das vazões do ano de 2017, fornece o  $K_2$ . Desta forma temos o  $K_1 = 1,30$  e o  $K_2 = 1,44$ .

A partir da metodologia empregada pelos autores, onde se utilizou os dados medidos como base dos resultados encontrados, obteve-se a comparação com os resultados e coeficientes de projeto, resumidos na tabela 2.

Tabela 3 – Comparação de dados de projeto versus dados reais

| Dados   | População 2017 (habitantes) | Quota Per Capita (L/hab.d) | $K_1$ | $K_2$ | Coeficiente de Retorno | Vazão Mínima (L/s) | Vazão Média (L/s) | Vazão Máxima (L/s) |
|---------|-----------------------------|----------------------------|-------|-------|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Projeto | 49.642                      | 150                        | 1,2   | 1,5   | 0,8                    | 51,65              | 86,13             | 141,29             |
| Reais   | 56.772                      | 139                        | 1,3   | 1,44  | 0,72                   | 33                 | 65                | 88                 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

A partir dos dados compilados na tabela, observa-se que a ETE objeto de estudo encontra-se superdimensionada, destacando que a população foi superestimada em início de plano, o que foi um dos fatores determinantes para o dimensionamento hidráulico acima do necessário. Os fatores  $K_1$  e  $K_2$  influenciam diretamente na estimativa da quota per capita (QPC), o que também contribuiu de forma considerável.

Foi demonstrado no presente trabalho que um projeto elaborado com sugestões normativas, destoa da realidade encontrada. Conforme o estudo realizado pelos autores, ter uma boa estimativa do padrão de consumo é o fator preponderante para um projeto adequado.

Apesar de existirem normas e regulamentações que auxiliam nos projetos de saneamento, é necessário que haja estudos e medições a fim de se adquirir uma customização de todos os dados e coeficientes para a área de projeto, observando as especificidades locais. Esta prática faz-se necessária para que se obtenha um resultado de projeto fidedigno.

#### **4 CONCLUSÃO**

Uma estação subdimensionada, não garante que o afluente terá o devido tratamento. Já uma estação superdimensionada, faz com que tenha um alto investimento desnecessário, ou até mesmo inviabiliza sua construção, visto que há baixo poderio econômico em diversas localidades.

Diante do exposto, conclui-se que, todos os projetos de saneamento, devem ter seus coeficientes e parâmetros individuais. Para adquiri-los, é necessário avaliações, medições e estudos do local.

#### **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.648**. Estudo e concepção do sistema para esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.649**. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 12.209**. Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

COPASA. **Processos de tratamento**. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/esgotamento-sanitario/processos-de-tratamento>>. Acesso em: 20 out. 2017.

MARCOS VON SPERLING. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.